Ю. М. Большов

Экономичный приемник на транзисторах



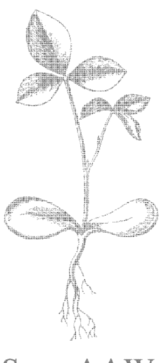
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 371

Ю. М. БОЛЬШОВ

ЭКОНОМИЧНЫЙ ПРИЕМНИК НА ТРАНЗИСТОРАХ







ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1960 ЛЕНИНГРАД

В брошюре описана конструкция самодельного экономичного приемника прямого усиления на транзисторах, который может быть рекомендован для постройки радиолюбителям, проживающим в неэлектрифицированной местности. Приемник собран из недефицитных стандартных радиодеталей и сравнительно прост по схеме.

Брошюра предназначена для широкого круга радиолюбителей.

СОДЕРЖАНИЕ

Большов Юрий Михайлович

ЭКОНОМИЧНЫЙ ПРИЕМНИК НА ТРАНЗИСТОРАХ

Редактор *Л. Е. Левитин* Техн. редактор *К. П. Воронин*

Сдано в набор 15/II 1960 г. Подписано к печати 9/IV 1960 г.
Т 04090. Бумага 60 × 84 1/32. 2 печ. л. Уч.-изд. л. 1,8.
Тираж 110 000 экз. Цена 75 коп. Заказ № 1588.

Набрано в типографии Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.
Отпечатано в типографии «Красный пролетарий» Госполитиздата Министерства культуры СССР. Москва, Краснопролетарская, 16.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Приемник выполнен по схеме прямого усиления на шести транзисторах. В нем используются широко распространенные узлы и детали, благодаря чему приемник становится доступным для изготовления многим радиолюбителям.

Приемник позволяет принимать радиостанции в диапазоне длинных (150—490 *кгц*) и средних (520—1 500 *кгц*) волн. Основные его параметры соответствуют примерно нормам для батарейных приемников 2-го класса (чувствительность приемника при работе на внешнюю антенну не хуже 150—200 *мкв*, выходная мощность равна 150 *мва*, избирательность по соседнему каналу не хуже 20 *дб*).

Источником питания приемника служат две соединенные последовательно батареи для карманного фонаря типа КБС-Л-0,5. В режиме покоя приемник потребляет от батарей ток 4—6 *ма*, а при максимальной выходной мощности 20—25 *ма*. При ежедневной работе приемника по 2—3 *ч* комплекта батарей хватает на 1,5—2 месяца.

Приемник выполнен на шасси размерами 250×125×50 *мм*. Вес его вместе с комплектом батарей составляет 2 *кг*.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 1. Сигнал высокой частоты через конденсатор C_1 подается на плату переключателя диапазонов $\Pi_{1а}$. Конденсатор C_1 нужен для передачи сигнала из антенной цепи к колебательным входным контурам приемника. Благодаря ему уменьшается влияние антенной цепи на эти контуры.

Входной контур приемника в диапазоне длинных волн состоит из конденсатора переменной емкости C_2, подстроечного конденсатора C_3 и катушки индуктивности L_1. В диапазоне средних волн входной контур состоит из конденсатора переменной емкости C_2, подстроечного конденсатора C_4 и катушки индуктивности L_3. Переключение диапазонов производят переключателем Π_1.

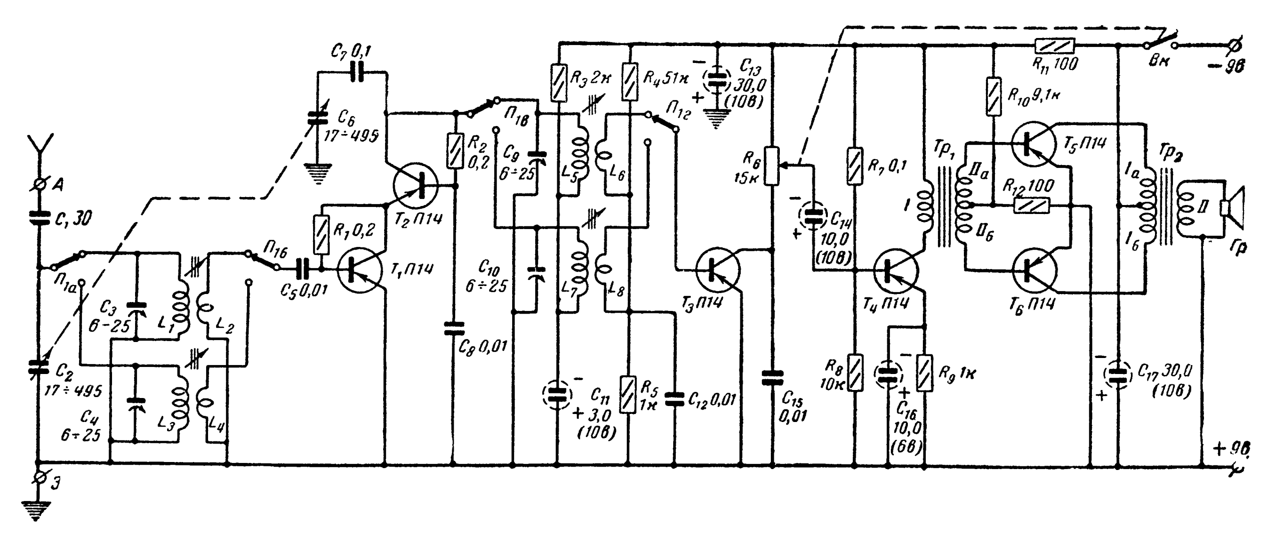


Рис. 1. Принципиальная схема приемника.

Напряжение сигнала с помощью катушек связи L_2 (в диапазоне длинных волн) и L_4 (в диапазоне средних волн) поступает на вход усилителя высокой частоты, который выполнен по особой схеме на транзисторах T_1 и T_2.

Эта схема представляет собой двухкаскадный усилитель, в котором первый каскад усиления выполнен по схеме с общим эмиттером, а второй — по схеме с общей базой. Связь между каскадами осуществляется по постоянному току.

Достоинствами такого усилителя являются высокие входное и выходное сопротивления, а также высокая устойчивость работы усилителя без цепей нейтрализации. Это особенно важно в транзисторных приемниках, так как из-за большого разброса параметров транзисторов в обычных схемах усилителей требуется тщательный подбор цепей нейтрализации для каждого транзистора. Применение данной схемы позволяет полностью использовать усилительные свойства транзисторов и получить усиление, большее, чем от двухкаскадного усилителя. Кроме того, в этой схеме изменение настройки входного контура не влияет на настройку контура на выходе усилителя, что значительно облегчает налаживание усилителя.

Нагрузкой усилителя служит колебательный контур $L_5C_6C_7C_9$ в диапазоне длинных волн и контур $L_7C_6C_7C_{10}$ в диапазоне средних волн. Конденсатор переменной емкости C_6 включен в колебательный контур (на каждом из диапазонов) последовательно с конденсатором C_7. Емкость конденсатора C_7 намного больше емкости конденсатора C_6, и он не оказывает влияния на настройку контура, а включен лишь для предотвращения замыкания источника питания на корпус при случайном замыкании между подвижными и неподвижными пластинами конденсатора переменной емкости. Конденсаторы C_9 и C_{10} служат для подгонки границ диапазонов при налаживании приемника.

Усиленное высокочастотное напряжение сигнала с катушки связи L_6 (или L_8, в зависимости от диапазона) поступает на вход детектора. В данном приемнике используется схема, при которой в детекторном каскаде одновременно с детектированием осуществляется и усиление полученного в результате детектирования низкочастотного напряжения. Для повышения чувствительности детектора на базу транзистора T_3 подается напряжение с делителя R_4R_5. Чтобы на сопротивлении R_5 не создавалось падения

напряжения высокой частоты, параллельно ему включен конденсатор C_{12}.

В результате детектирования на сопротивлении нагрузки R_6 в цепи коллектора образуется падение напряжения низкой частоты, а напряжение высокой частоты замыкается на землю через блокировочный конденсатор C_{15}. Будем называть такую схему детектирования коллекторным детектором.

Для того чтобы напряжение высокой частоты на сопротивлении нагрузки R_6 было мало, необходимо, чтобы емкостное сопротивление конденсатора C_{15} было много меньше сопротивления нагрузки, которое в коллекторном детекторе обычно составляет 2—20 *ком*. Для выдерживания указанного соотношения сопротивлений емкость блокировочного конденсатора в коллекторных детекторах берут обычно равной 0,01—0,05 *мкф*. Применять конденсаторы с большей емкостью нельзя из-за уменьшения сопротивления нагрузки для высших звуковых частот.

В качестве сопротивления нагрузки детектора используется потенциометр, который является также и регулятором громкости. С движка потенциометра через разделительный конденсатор C_{14} напряжение поступает на вход предварительного усилителя низкой частоты, выполненного на транзисторе T_4. Применение переходных конденсаторов большой емкости в транзисторных приемниках объясняется малым входным сопротивлением транзисторов (порядка сотен ом). Входное сопротивление каскада усиления низкой частоты на транзисторе определяется именно этим малым входным сопротивлением. Чтобы падение напряжения на переходном конденсаторе было малым по сравнению с напряжением на входе транзистора, емкостное сопротивление переходного конденсатора должно быть много меньше входного сопротивления, а это требует увеличения емкости переходного конденсатора до 3—10 *мкф*.

В цепь коллектора транзистора T_4 включена первичная обмотка *I* трансформатора Tp_1, и на ней выделяется усиленное каскадом напряжение низкой частоты. Низкочастотное напряжение на оконечный каскад снимается с обмоток $II_а$ и $II_б$ трансформатора Tp_1. Поскольку входное сопротивление оконечного каскада составляет сотни ом, а сопротивление нагрузки каскада предварительного усиления должно составлять 5—10 *ком*, трансформатор Tp_1 должен быть понижающим.

Выходной каскад приемника выполнен по двухтактной схеме и работает в режиме класса В.

Транзисторы T_5 и T_6 включены по схеме с общим эмиттером. Напряжение смещения на эти транзисторы подается с делителя $R_{10}R_{12}$. В цепь коллекторов транзисторов включена обмотка *I* выходного трансформатора Tp_2, через среднюю точку которой на коллекторы подается отрицательное напряжение источника питания.

В данной схеме выходного каскада усилителя возможны резкие колебания величины тока, потребляемого от источника питания. При включении новых батарей, имеющих малое внутреннее сопротивление, напряжение на их зажимах будет мало зависеть от величины потребляемого тока. По мере же старения батарей их внутреннее сопротивление возрастает, что приводит к изменению напряжения на них при изменении тока нагрузки, а следовательно, к изменению напряжения питания. Это приводит к появлению нелинейных искажений сигнала и, кроме того, может вызвать самовозбуждение приемника. Чтобы устранить опасность самовозбуждения приемника, выходной каскад питается непосредственно от батарей, а все остальные каскады — через развязывающий фильтр R_{11} $C_{13}C_{17}$. Поскольку сопротивление R_{11} нельзя увеличить выше 150—200 *ом*, так как это уменьшит напряжение питания первых каскадов, для получения хорошей развязки емкость конденсаторов фильтра C_{13} и C_{17} должна быть достаточно большой (не менее 30—50 *мкф*).

Включение приемника производится выключателем *Вк*, спаренным с регулятором громкости R_6.

ДЕТАЛИ

Самодельными деталями приемника являются шасси, верньерное устройство, контурные катушки, а также междукаскадный и выходной трансформаторы.

В приемнике могут быть применены контурные катушки от любого приемника прямого усиления, имеющего средневолновый и длинноволновый диапазоны, а также входные контуры от супергетеродинного приемника. В этом случае придется только намотать катушки связи. Ниже дается описание трех вариантов выполнения контурных катушек.

Вариант 1. Катушки, выполненные по варианту 1, установлены автором в описываемом приемнике и выполняют-

ся на каркасах, размеры которых приведены на рис. 2,*а*. Каркасы вытачиваются из оргстекла, полистирола или эбонита, но могут быть также склеены из бумаги. Щечки вырезаются из плотного картона толщиной 1—2 *мм* и приклеиваются к каркасу клеем БФ-2 или каким-либо другим клеем. Намотка катушек производится внавал между щечками. Изменение индуктивности катушек во время настройки приемника производят с помощью цилиндрических карбонильных сердечников диаметром 7 *мм* и длиной 10—19 *мм* (СЦР-3 или СЦР-4).

Катушки связи наматываются на бумажном кольце, которое можно перемещать по каркасу относительно кон-

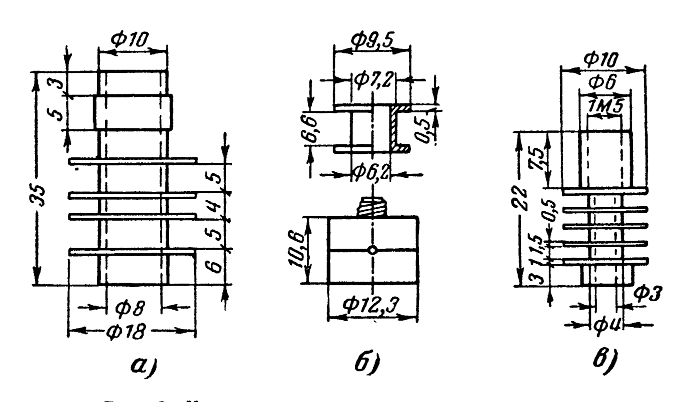


Рис. 2. Конструкции контурных катушек.

а — с цилиндрическими сердечниками; *б* — с горшкообразными сердечниками; *в* — с малогабаритными ферритовыми сердечниками

турной катушки. Кольцо выполняют следующим образом. Вырезают из писчей бумаги полоску шириной 5 и длиной 70—90 *мм*. На каркасе катушки наматывают примерно полтора слоя этой бумажной полоски, не смазывая ее клеем. Затем наматывают еще 3—4 слоя бумаги, тщательно промазывая одну сторону бумажной полоски конторским клеем или клеем БФ-2 (первый высыхает при комнатной температуре гораздо быстрее). Намотку катушки на кольце производят так, чтобы первый виток оказался прижатым к кольцу последующими, а после окончания намотки конец катушки закрепляется на кольце каплей канифоли. Вывод начала катушки желательно также закрепить каплей расплавленной паяльником канифоли или клеем БФ-2.

Выводы от катушки должны иметь длину 50—70 *мм* для подпайки в схему.

Все контурные катушки наматывают проводом диаметром 0,12—0,15 *мм* в шелковой изоляции. Катушки связи можно наматывать проводом диаметром 0,08—0,18 *мм* в любой изоляции. Катушки L_1 и L_5 диапазона длинных волн содержат по 480 витков, размещенных в двух секциях (2×240). Индуктивность каждой катушки с сердечником равна 2,2 *мгн*. Катушки L_3 и L_7 средневолнового диапазона содержат по 140 витков, размещенных также в двух секциях (2×70 витков). Индуктивность каждой катушки с сердечником равна 180 *мкгн*. Катушки L_2 и L_6 в диапазоне длинных волн имеют по 40 витков, а катушки связи L_4 и L_8 средневолнового диапазона — по 12 витков.

Крепление катушек к шасси производится с помощью пробок из изоляционного материала, вклеенных в нижнюю часть каркаса. В пробке по центру делается сквозное отверстие диаметром 2,2 *мм*, в котором нарезается резьба М3. В это отверстие ввинчивается винт диаметром 3 *мм*, пропущенный с противоположной стороны шасси.

Вариант 2. Катушки этого варианта выполняются на броневых сердечниках типа СБ-Iа (рис. 2,*б*). Намотка контурных катушек производится проводом ПЭЛШО 0,1 внавал на каркасах, размеры которых даны на рис. 2,*б*. Катушки связи наматываются на бумажных кольцах шириной 4—6 *мм*. Эти кольца размещаются снаружи сердечника и могут перемещаться вдоль него. Катушки связи можно наматывать проводом диаметром 0,08—0,15 *мм* в любой изоляции. Крепление концов производят так, как и в катушках варианта 1.

Катушки имеют следующие данные: длинноволновые катушки L_1 и L_5 содержат по 300 витков, средневолновые L_3 и L_7 — по 95 витков, катушки связи L_2 и L_6 диапазона длинных волн — по 30 витков, катушки связи L_4 и L_8 диапазона средних волн — по 10 витков.

После намотки катушки вставляют в броневые сердечники, обе половины которых склеивают клеем БФ-2. Поверх сердечников надевают бумажные кольца с катушками связи. Изменение индуктивности катушек производят регулировочным сердечником с резьбой. При этом диапазон регулировки, т. е. разность между максимальной индуктивностью (при полностью ввернутом сердечнике) и минимальной (сердечник вывернут) составляет 10—15%

(по отношению к максимальной индуктивности). Собранные катушки удобно крепить к шасси клеем БФ-2.

Вариант 3. Кроме перечисленных типов катушек, в приемнике можно использовать катушки с ферритовыми сердечниками (рис. 2,*в*), которые применяются в большинстве промышленных радиоприемников с клавишными переключателями диапазонов («Октава», «Дружба», «Муромец», «Стрела» и др.).

В качестве L_1 и L_5 можно использовать катушки входного контура диапазона длинных волн от указанных приемников, а в качестве L_3 и L_7 — катушки входного контура диапазона средних волн. Вместе с контурными катушками на каркасах намотаны катушки связи с антенной. Для того чтобы легче было разобраться в катушках, надо помнить, что число витков антенной катушки в 3—4 раза больше, чем число витков контурной катушки, следовательно, в контур приемника всегда включается катушка с меньшим числом витков. Катушки связи с антенной, имеющиеся на каркасах, не используются, и их удаляют. Вместо них наматывают катушки связи. Катушки L_2 и L_6, а также L_4 и L_8 содержат по 35 и 12 витков соответственно. Эти катушки можно наматывать проводом диаметром 0,08—0,15 *мм* в любой изоляции.

Изменение индуктивности катушки производят перемещением сердечника из феррита по резьбе внутри каркаса. Могут быть применены подстроечные сердечники из ферритов Ф-100 и Ф-600. Ферриты типа Ф-600 (с желтой меткой) предназначены для работы в диапазонах длинных и средних волн, а ферриты Ф-100 (с красной меткой) — в диапазоне коротких волн.

В нижней части каркасов имеется фигурный выступ для крепления катушек на плате клавишного переключателя. Для упрощения крепления каркасов в описываемом приемнике фигурный прилив на выступе спиливается напильником так, чтобы выступ был круглым, диаметром 5 *мм*. В шасси приемника делается отверстие такого же диаметра, каркас с некоторым усилием вставляют выступом в это отверстие и закрепляют с помощью клея БФ-2.

Если у радиолюбителя имеются лишь каркасы от катушек с ферритовыми сердечниками, то катушки можно изготовить самостоятельно. Катушки L_1 и L_5 наматываются в четырех секциях каркаса проводом ПЭЛ 0,1 и имеют 4×130 витков. Катушки L_3 и L_7 имеют 4×35 витков того же провода и наматываются также в четырех секциях. Ка-

тушки связи наматывают на место антенной катушки проводом ПЭЛ 0,1; L_2 и L_6 имеют по 35, а L_4, L_8 по 12 витков.

В приемнике используются подстроечные конденсаторы типа КПК-1, которые можно заменить самодельными конденсаторами, изготовленными следующим образом. На медный провод диаметром 1—1,5 и длиной 30—35 *мм* наматывается виток к витку один слой провода ПЭЛШО 0,1. Один из концов тонкого провода подпаивается к общему проводу схемы, а второй конец остается свободным. У толстого провода один конец подпаивается к ламелям переключателя диапазонов, а второй также остается свободным. Изменение емкости такого подстроечного конденсатора производится сматыванием или доматыванием тонкого провода.

Переключатель диапазонов — обычный с двумя платами на три положения; каждая плата — на два направления. Третье положение может быть использовано для выключения питания приемника. Для этого используются свободные контакты на одной из плат переключателя.

Переходной трансформатор $Тр_1$ выполнен на сердечнике из пластин типа Ш-10, толщина набора сердечника 10 *мм*. Первичная обмотка *I* выполняется из провода в эмалевой изоляции диаметром 0,1—0,12 *мм* и содержит 2 000 витков. Обмотки $II_а$ и $II_б$ наматываются проводом диаметром 0,18—0,20 *мм* и имеют по 500 витков. Этот трансформатор может быть выполнен и на другом сердечнике, сечение которого должно быть не менее 1 $см^2$. Число витков в обмотках при этом не изменяется.

Для изготовления переходного трансформатора может быть использован с небольшими переделками выходной трансформатор от какого-либо радиоприемника. Переделки трансформатора сводятся к удалению обмотки для подключения громкоговорителя, которая обычно наматывается сверху проводом диаметром от 0,35 *мм* и толще. На место удаленной обмотки укладываются обмотки $II_а$ и $II_б$, которые наматывают более тонким проводом, что и позволяет разместить их на каркасе. Первичная обмотка выходного трансформатора, наматываемая обычно проводом 0,1—0,25 *мм*, остается без изменений. Число витков обмоток $II_а$ и $II_б$ выбирается в зависимости от числа витков первичной обмотки используемого трансформатора так, чтобы отношение числа витков первичной обмотки к числу витков обмотки $II_а$ (или $II_б$) было равно примерно 4—5.

Например, если в приемнике используется выходной трансформатор от радиоприемника «АРЗ-54», первичная обмотка которого имеет 2 500 витков провода ПЭЛ 0,12, то обмотки $II_а$ и $II_б$ должны иметь по 500 витков провода ПЭЛ 0,18.

Выходной трансформатор выполнен на сердечнике из пластин Ш-14 при толщине набора 12 *мм*. Обмотка *I* этого трансформатора состоит из 2×500 витков провода ПЭЛ 0,31, а обмотка *II* содержит 100 витков провода ПЭЛ 0,51 с отводами от 50-го и 74-го витков.

Для изготовления этого трансформатора также может быть применен выходной трансформатор от какого-либо приемника, однако при этом все обмотки приходится наматывать заново. При использовании сердечников, отличных от указанного выше, число витков обмоток можно не изменять. Наматывать первичную обмотку *I* проводом диаметром менее 0,2 *мм* не рекомендуется.

В приемнике используется громкоговоритель типа 1ГД-9 с сопротивлением звуковой катушки 5,5 *ом*. Можно применить и любой другой громкоговоритель с постоянным магнитом мощностью 1—2 *вт*, например 1ГД-6 или 2ГД-3. При этом предпочтение следует отдать громкоговорителям с большей выходной мощностью, так как они обеспечивают бо́льшую отдачу.

В приемнике применен блок конденсаторов переменной емкости от радиоприемника «Москвич», но можно применить и любой другой блок с начальной емкостью 17—20 и конечной 490—510 *пф*.

Для регулирования громкости используется переменное сопротивление типа СП-1 с выключателем. Поскольку сопротивления с выключателями имеют, как правило, величину не менее 100 *ком*, а сопротивление R_6 должно иметь величину 15 *ком*, необходимо произвести небольшую переделку готового сопротивления. Разобрав переменное сопротивление с выключателем, вынимают из него ось вместе с контактным ползунком, для чего необходимо разжать стопорное кольцо, удерживающее ось во втулке. Снятую ось устанавливают на другое сопротивление типа СП-1, величина которого равна 12—22 *ком*. Затем к этому сопротивлению прикрепляют заднюю крышку с выключателем. В результате получается переменное сопротивление требуемой величины с выключателем.

В приемнике можно использовать постоянные сопротивления типа УЛМ, МЛТ или ВС на мощность рассеива-

ния от 0,12 до 0,5 *вт*. Конденсаторы C_5, C_7, C_8, C_{12} и C_{15} — типа КБГИ или БМ, а конденсаторы C_{11}, C_{13}, C_{14}, C_{16} и C_{17} — типа ЭМ с рабочим напряжением порядка 10 *в* (можно использовать и конденсаторы типа КЭ).

В усилителе высокой частоты и детекторном каскаде вместо транзисторов типа П14 можно применить транзисторы типа П401, П402 и П15, а в усилителе низкой частоты — транзисторы типа П13А, П13Б и П15.

КОНСТРУКЦИЯ И МОНТАЖ

Приемник выполнен на П-образном шасси размерами 50×125×250 *мм*. Шасси изготовляется из гетинакса тол-

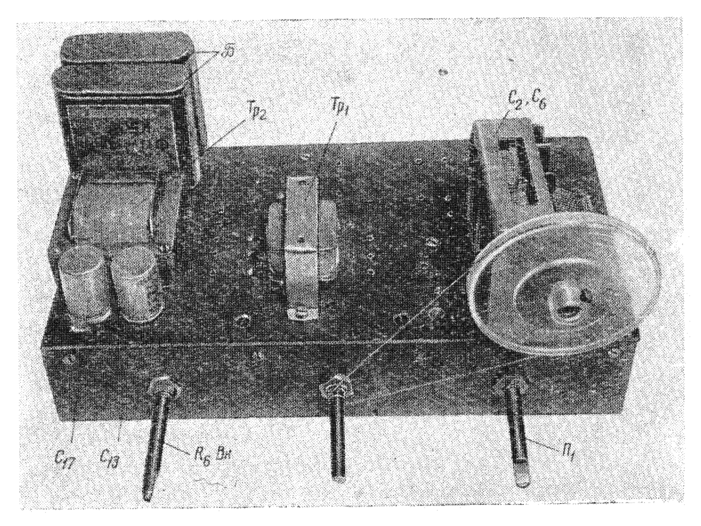


Рис. 3. Внешний вид приемника без корпуса.

щиной 3—4 *мм*. Можно использовать и другой листовой материал (текстолит, фанеру, дюралюминий). В случае использования металлического шасси монтаж приемника следует производить на монтажных платах, изолированных от корпуса.

Расположение деталей на шасси показано на рис. 3. На верхней панели шасси закрепляют блок конденсаторов переменной емкости, трансформаторы Tp_1, Tp_2, конденсаторы C_{13} и C_{17}, а также две батареи от карманного

фонаря типа КБС-Л-0,5. Блок конденсаторов и трансформаторы крепят винтами, а конденсаторы C_{13} и C_{17} приклеивают клеем БФ-2. Батареи закрепляют при помощи пружинной пластинки, изготовленной из фосфористой бронзы.

На передней стенке приемника закрепляют переключатель диапазонов, ручку настройки приемника и регулятор громкости, объединенный на одной оси вместе с выключателем питания.

На задней панели устанавливают гнезда для подсоединения антенны и заземления к приемнику.

Боковые стенки соединяют с верхней панелью шасси при помощи металлических уголков размерами 10×10 *мм.*

Разметка шасси приемника указана на рис. 4. На чертеже верхней панели шасси (рис. 4,*а*) все пронумерованные отверстия имеют диаметр 2,6 *мм.* Все остальные отверстия, за исключением двух диаметром 5 *мм*, указанных на чертеже, сверлятся диаметром 3,2 *мм.* Разметка отверстий на передней и задней стенках шасси указаны на рис. 4,*б* и *в*.

В качестве контактов для соединения деталей приемника используются латунные пистоны диаметром 2,5 *мм* (27 шт.), расклепанные на шасси приемника. Вместо них можно использовать самодельные пистоны, вырезанные из жести, или контактные лепестки, например, от стандартных переключателей, а также отрезки медной или латунной трубочки длиной 4—5 *мм* с наружным диаметром 2,5 *мм.*

В качестве оси для настройки приемника используется ось от переменного сопротивления. Для этого с неисправного сопротивления снимают крышку и аккуратно откусывают кусачками выступ, ограничивающий поворот оси сопротивления на 360°, а также часть гетинаксовой пластинки с укрепленным на ней подвижным контактом. После этого сопротивление крепится обычным способом к передней панели шасси. На его ось и шкив, укрепленный на оси ротора блока конденсаторов переменной емкости, надевается бесконечная петля из капроновой или шелковой нити (или из лески), а на шкиве закрепляется стрелка — указатель настройки приемника.

В качестве шкива верньерного устройства используется диск, выточенный из оргстекла (рис. 5). Можно использовать также любой другой диск подходящих размеров или выточить его из дерева.

Приступать к монтажу приемника следует после того,

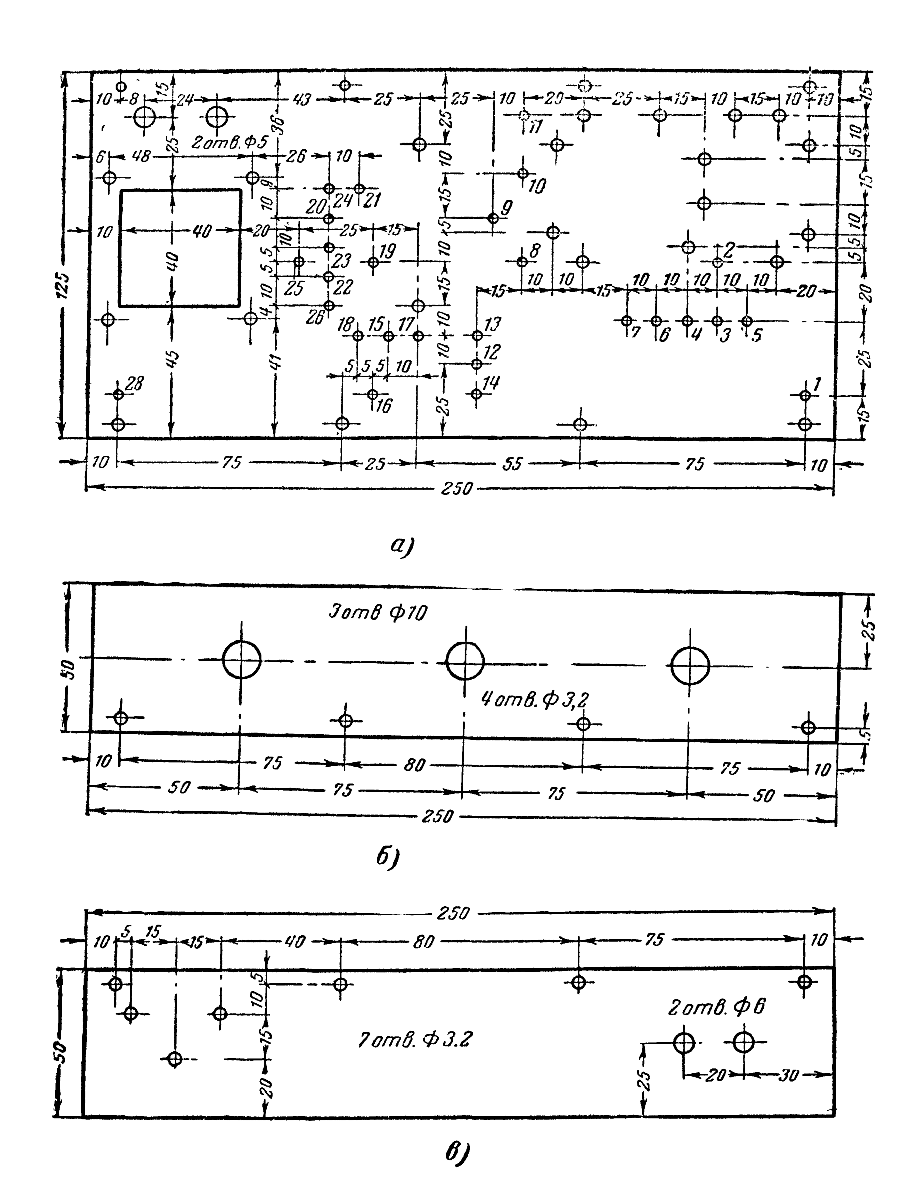


Рис. 4. Разметка шасси приемника.

а — верхней панели; *б* — передней стенки; *в* — задней стенки.

как будут подобраны и изготовлены все детали и элементы его монтажа (уголки, пистоны и др.) Перед изготовлением шасси следует еще раз уточнить расположение отверстий, служащих для крепления деталей приемника.

После изготовления панелей производится расклепывание пистонов во все отверстия, пронумерованные на рис. 4. Затем при помощи уголков собирается шасси и на нем закрепляют блок конденсаторов, трансформаторы, конденсаторы C_{13} и C_{17}, переключатель диапазонов, катушки индуктивности, подстроечные конденсаторы, ось верньерного устройства, выключатель приемника с регулятором громкости и гнезда антенны и заземления.

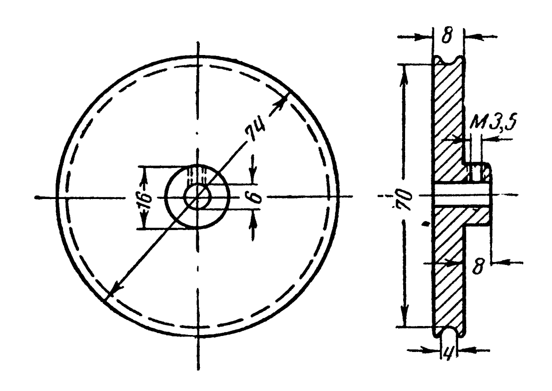


Рис. 5. Чертеж шкива верньерного устройства.

Для подключения громкоговорителя около выходного трансформатора Tp_2 закрепляется монтажная планка с тремя контактными лепестками или расклепываются три пистона. В последнем случае между шасси и трансформатором следует установить изоляционную прокладку во избежание замыкания пистонов. На подготовленном таким образом шасси карандашом можно написать нумерацию пистонов согласно рис. 4 и производить монтаж, руководствуясь схемой, приведенной на рис. 6. Пистоны на верхней панели шасси (рис. 4) и контакты на принципиальной схеме (рис. 6) имеют одинаковые номера.

Вид на монтаж приемника снизу показан на рис. 7.

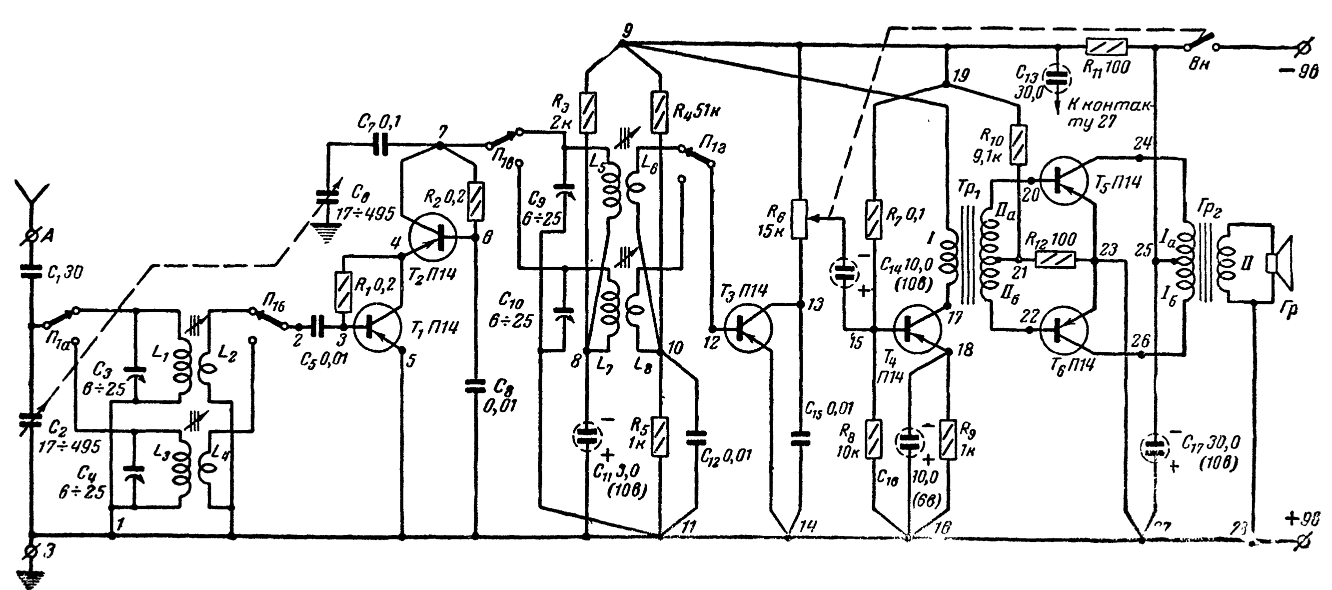


Рис. 6. Принципиальная схема приемника с нумерацией точек монтажа деталей.

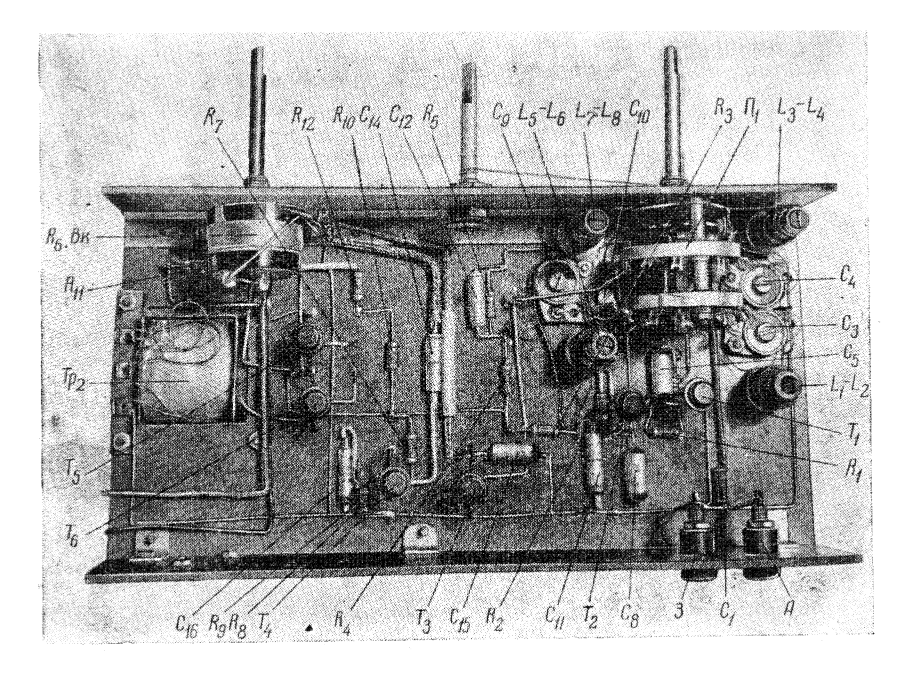


Рис. 7. Вид на монтаж приемника снизу.

НАЛАЖИВАНИЕ

Перед налаживанием приемника во избежание порчи транзисторов следует тщательно проверить все соединения по принципиальной схеме. Лучше всего включить последовательно в цепь общего минуса источника питания миллиамперметр постоянного тока и контролировать потребление тока. Включать транзисторы следует только по мере налаживания каскадов, причем транзисторы можно разместить как в подвале шасси, так и сверху шасси приемника. Укорачивать выводы транзисторов не следует, лучше на выводы надеть изоляционные трубочки и изогнуть их так, как показано на рис. 8. Впаивать транзистор надо быстро, не допуская его перегрева. Для увеличения теплоотдачи вывод транзистора при впаивании следует поддерживать пинцетом или плоскогубцами между местом пайки и корпусом транзистора.

Рис. 8. Подготовка транзисторов к монтажу.

Налаживание приемника производят покаскадно, начиная с выходного каскада. Последний налаживают с помощью звукового генератора, миллиамперметра постоянного тока с пределами до 30—50 *ма* и вольтметра переменного напряжения с пределами измерения до 10 *в*. Если имеется и осциллограф, то налаживание будет значительно ускорено, а качество его повысится.

Нужно учесть, что в оконечном каскаде следует применять транзисторы, имеющие одинаковые параметры. На практике хорошие результаты получаются в том случае, если обратные токи коллекторов и коэффициент усиления по току отличаются не более чем на $\pm 5 \div 10\%$. Поэтому из имеющихся транзисторов надо отобрать с помощью авометра или специального прибора (см. стр. 31) два транзистора с близкими параметрами. Подобранную пару транзисторов подпаивают к соответствующим контактам на монтажной панели приемника и приступают к налаживанию.

При подключении к приемнику звукового генератора следует остерегаться подавать с него большие напряжения (выходное напряжение генератора следует плавно увеличивать от нуля до тех пор, пока напряжение, измеряемое в какой-либо точке приемника, не станет равным напряжению, указанному далее в тексте).

Налаживание оконечного каскада производится при отключенных остальных каскадах приемника; для этого на монтажной панели от контакта *16* отпаивается провод питания этих каскадов. Ко вторичной обмотке выходного трансформатора $Тр_2$ вместо громкоговорителя подключают переменное сопротивление максимальной величиной 10 *ом* и устанавливают его величину равной 5,5 *ом*. Параллельно этому сопротивлению подключают вольтметр переменного напряжения, включенный так, чтобы удобно было производить отсчет напряжения 1—2 *в*, и осциллограф (если он есть). Миллиамперметр в цепи питания следует включить на предел измерения 30—50 *ма*.

Сначала подключают батареи питания и по миллиамперметру контролируют общий ток, потребляемый оконечным каскадом. В исправном усилителе ток покоя должен быть около 2—4 *ма*. Затем к обмотке *I* переходного трансформатора подключают звуковой генератор и, установив частоту 1 000 *гц*, плавно увеличивают напряжение на выходе генератора от нуля до 3,5 *в*. При напряжении 3,5 *в* ток, потребляемый оконечным каскадом, должен увели-

читься до 20—25 *ма*, напряжение на сопротивлении нагрузки должно быть около 0,8 *в* (при этом заметные искажения синусоиды на экране осциллографа должны отсутствовать).

Искажения могут появиться из-за отсутствия согласования выходного каскада с сопротивлением нагрузки, при асимметрии плеч выходного трансформатора или неправильном выборе напряжения смещения. В первом случае изображение на экране осциллографа будет иметь вид, показанный на рис. 9,*а*, во втором — вид, показанный на рис. 9,*б*, и в третьем — как показано на рис. 9,*в*. Подключая нагрузку к различным отводам вторичной обмотки выходного трансформатора и наблюдая форму кривой на экране осциллографа, выбирают отвод, при котором получа-

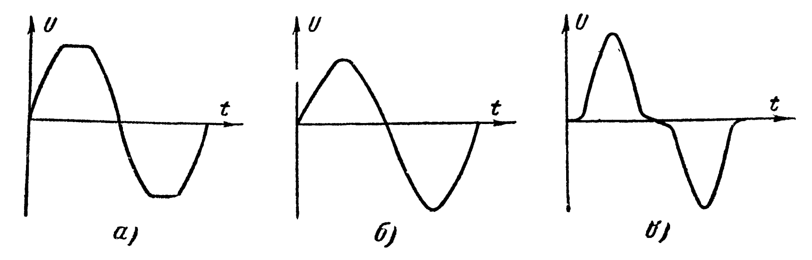


Рис. 9. Искажения сигнала в оконечном каскаде.

ются наименьшие искажения. Напряжение на сопротивлении нагрузки не должно быть при этом меньше 0,8 *в*.

Прежде чем устранить асимметрию (если она есть), необходимо определить, какой из транзисторов дает большее, а какой меньшее усиление. Вольтметр подключают одним выводом к общему проводу, а вторым проводом поочередно касаются выводов коллекторов у транзисторов T_5 и T_6 (контакты *24* и *26*). Показания вольтметра при этом должны составлять 4,5—5 *в* и отличаться не более чем на ±10%. Если напряжения на коллекторах отличаются на бо́льшую величину, то вывод эмиттера транзистора, напряжение на коллекторе которого больше, отпаивается от контакта *23* (при этом питание должно быть обязательно отключено). Между выводом эмиттера этого транзистора и контактом *23* включают переменное сопротивление 5—20 *ом* и по наименьшим искажениям подбирают необходимую величину сопротивления. Затем вместо

него припаивают постоянное сопротивление такой же величины.

Искажения, показанные на рис. 9,*в*, устраняют путем подбора величины сопротивления R_{10}. Для этого вместо него временно подпаивают переменное сопротивление величиной 10—15 *ком* последовательно с ограничительным сопротивлением 2—3 *ком*. Изменяя его величину, добиваются получения на экране осциллографа неискаженного сигнала, при этом надо выбрать максимальное значение сопротивления R_{10}, при котором устраняются искажения. Чрезмерное уменьшение сопротивления R_{10} приводит к увеличению потребляемого тока.

Получив необходимое неискаженное напряжение на сопротивлении нагрузки, переходят к налаживанию предоконечного каскада.

Звуковой генератор отключают от обмотки *I* трансформатора Tp_1 и подключают его между общим проводом и верхним (по схеме) выводом конденсатора C_{14}. Затем впаивают на место транзистор T_4 и включают питание. Показания миллиамперметра должны увеличиться на 1,5—2 *ма* по сравнению с предыдущими показаниями.

Выходное напряжение звукового генератора устанавливают равным 10 *мв*; при этом напряжение низкой частоты между общим проводом и коллектором транзистора T_4, т. е. на первичной обмотке трансформатора Tp_1, должно быть не менее 3,0—3,5 *в*, а форма сигнала на нагрузке должна быть неискаженной, в чем можно убедиться, подключив осциллограф между общим выводом и коллектором транзистора T_4, т. е. контактом *17*.

При налаживании предоконечного каскада миллиамперметр следует включить не в общую цепь, а в цепь коллектора T_4. Для этого вывод коллектора отпаивается от контакта *17*, и между ним и контактом *17* включается миллиамперметр с пределами 3—5 *ма*.

Искажения в предоконечном каскаде могут возникнуть в основном лишь из-за неправильного выбора рабочей точки, что может быть результатом отклонения величин сопротивлений R_7, R_8 и R_9 от указанных на схеме. Подбор правильного режима можно вести изменением величины любого из указанных сопротивлений, однако лучше всего сопротивления R_7. Для этого отпаивают любой конец этого сопротивления от схемы и между контактами *15* и *19* временно включают переменное сопротивление величиной 150 *ком* последовательно с ограничительным сопротивле-

нием 10—30 *ком*. Плавно изменяя величину сопротивления, добиваются, чтобы искажения были малы, а показания вольтметра — не менее 3,0—3,5 *в*.

На рис. 10 показана форма сигнала при различных значениях сопротивления R_7 (при напряжении на входе, равном 10 *мв*). Искажение сигнала, показанное на рис. 10,*а* (отсечка нижней половины синусоиды), получается, когда отрицательное напряжение между эмиттером и базой велико. Для устранения этого искажения необходимо увеличить сопротивление R_7. При оптимальном значении этого сопротивления форма сигнала должна иметь вид,

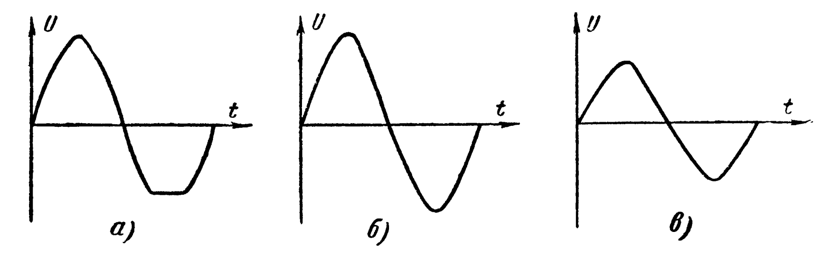


Рис. 10. Искажения сигнала в предоконечном каскаде.

показанный на рис. 10,*б*. При сопротивлении R_7, большем оптимального, искажения сигнала отсутствуют, но напряжение на нагрузке получается меньше 3,5 *в* (рис. 10,*в*).

При правильно выбранном режиме показания миллиамперметра в цепи коллектора транзистора T_4 не должны изменяться при увеличении входного сигнала от нуля до 10 *мв*. Если режим выбран неправильно и форма сигнала искажается, то показания миллиамперметра будут уменьшаться при увеличении входного сигнала.

После окончания налаживания низкочастотного тракта приемника снимается частотная характеристика этого тракта. Осциллограф и вольтметр переменного напряжения переключают на выход усилителя, т. е. ко вторичной обмотке трансформатора $Тр_2$. На частоте 1 000 *гц* выходное напряжение генератора устанавливают таким, чтобы показание вольтметра было равно 0,5 *в*. После этого изменяют частоту генератора в пределах от 100 *гц* до 10 *кгц* и записывают показания вольтметра. Напряжение на выходе генератора при этом поддерживается постоянным на всех частотах.

По полученным данным строится частотная характери-

стика усилителя низкой частоты приемника. По вертикальной оси на графике откладывают (в линейном масштабе) значения напряжений на различных частотах, а по горизонтальной (в логарифмическом масштабе) откладывают

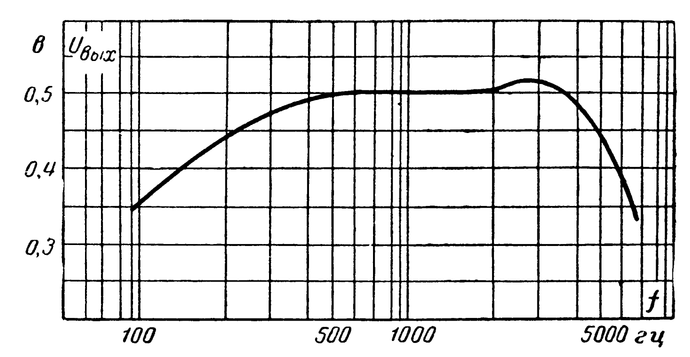


Рис. 11. Частотная характеристика усилителя низкой частоты.

частоты. Снятая и построенная описанным выше способом характеристика низкочастотного тракта приемника приведена на рис. 11.

При отсутствии звукового генератора для налаживания усилителя низкой частоты приемника можно использовать сигнал от звукоснимателя. Лучше всего взять электромаг-

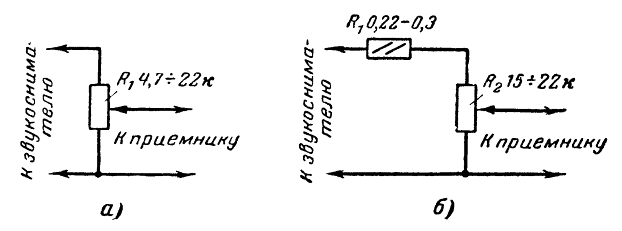


Рис. 12. Схемы подключения звукоснимателей.
а — электромагнитного звукоснимателя; *б* — пьезоэлектрического звукоснимателя.

нитный звукосниматель. В этом случае вместо сопротивления нагрузки на выход приемника подключается громкоговоритель. Напряжение со звукоснимателя через регулятор громкости, в качестве которого можно включить обычный потенциометр сопротивлением 4,7—22 *ком*, подается на вход усилителя низкой частоты (рис. 12,*а*). Мож-

но также применить пьезоэлектрический звукосниматель, напряжение с которого надо подать на вход усилителя через цепочку, показанную на рис. 12,*б*.

Включив в схему транзисторы T_4, T_5 и T_6 и подав на вход транзистора T_4 (между общим проводом и верхним по схеме выводом конденсатора C_{14}) сигнал от звукоснимателя, определяют на слух качество и громкость звучания.

Подбирать величины сопротивлений R_7 и R_{10}, а также нужный отвод от обмотки *II* выходного трансформатора нужно по максимальной громкости и минимальным искажениям. При этом необходимо в цепь питания включить миллиамперметр и следить за его показаниями. При отсутствии сигнала ток должен быть 3—4 *ма*, а при самых громких звуках стрелка должна отклоняться до 20—25 *ма*.

Налаживание детекторного каскада сводится к проверке его работоспособности, настройке контура на выходе усилителя высокой частоты и подбору связи между этими каскадами.

Налаживание детектора и усилителя высокой частоты лучше всего производить с помощью генератора стандартных сигналов (ГСС), однако достаточно хороших результатов можно достигнуть и при налаживании по принимаемым станциям. Ниже описывается последний способ, причем налаживание следует производить в вечерние часы, когда условия распространения радиоволн средневолнового и длинноволнового диапазона намного лучше, чем днем. При налаживании следует пользоваться хорошим заземлением и наружной антенной, желательно той, на которую в будущем и будет производиться прием.

В приемник впаивают транзистор T_3 и между коллектором этого транзистора, т. е. контактом *13*, и общим проводом подключается вольтметр постоянного напряжения. При отключенных антенне и заземлении проверяется отсутствие самовозбуждения. При отсутствии самовозбуждения вольтметр должен показать напряжение около 0,75—1,25 *в*. Если же напряжение равно 2,5—5 *в*, то это укажет на наличие самовозбуждения на высокой частоте. Самовозбуждение может возникнуть при неисправных конденсаторах C_8, C_{11} и C_{15}, которые и следует проверить.

Для настройки контура на выходе усилителя высокой частоты к коллектору транзистора T_2 (т. е. контакту *7*) через конденсатор емкостью 50—200 *пф* подключают антенну, а в гнездо *3* включают провод заземления.

Изменяя емкость блока конденсаторов переменной емкости, надо попытаться принять какую-либо радиостанцию на любом из диапазонов. Регулятор громкости R_6 должен стоять при этом в положении максимальной громкости. Если транзистор T_3 исправен и при монтаже приемника не допущено ошибок, то детекторный каскад сразу начинает работать. Для облегчения настройки следует увеличить связь между катушками L_5 и L_6, а также между катушками L_7 и L_8, для чего следует подвижные катушки L_6 и L_8 подвинуть как можно ближе к неподвижным катушкам L_5 и L_7.

Последовательность настройки контуров по диапазонам не имеет значения, так как на каждом диапазоне используются отдельные контурные катушки. Рассмотрим настройку приемника на примере длинноволнового диапазона. Настройку следует вести при впаянных в схему транзисторах T_1 и T_2.

Вначале устанавливают границы диапазона, при этом катушку связи L_6 помещают на расстоянии 5—10 *мм* от катушки L_5. За начало диапазона и начало шкалы приемника принимаем наименьшую длину волны, на которую может быть настроен приемник на данном диапазоне, т. е. 750 *м*, что соответствует частоте 400 *кгц*. За конец диапазона и шкалы принимаем волну длиной 2 000 *м* (150 *кгц*). Началу диапазона соответствует минимальная емкость конденсаторов C_2 и C_6, а концу — максимальная емкость этих конденсаторов. Плавно изменяем емкость конденсаторов C_2 и C_6, настраиваем приемник на какую-либо радиостанцию, работающую ближе к началу диапазона (при почти выдвинутых подвижных пластинах блока конденсаторов C_2 и C_6).

Настраивать приемник надо на радиостанцию, длина волны которой известна. Изменением емкости подстроечного конденсатора C_9 следует добиться, чтобы прием радиостанции производился в том месте шкалы, которое соответствует длине волны принимаемой радиостанции. Если прием радиостанции производится при меньшем угле поворота конденсаторов C_2 и C_6, то емкость конденсатора C_9 следует увеличить, а если при большем, то емкость этого конденсатора надо уменьшить.

После этого изменением емкости конденсаторов C_2 и C_6 настраивают приемник на какую-либо радиостанцию в конце диапазона. Если длина волны на шкале отличается от длины волны принятой радиостанции, то указатель

настройки ставят на деление шкалы, соответствующее волне радиостанции и, плавно вращая сердечник катушки L_5, добиваются максимальной громкости.

Поскольку изменение индуктивности катушки L_5 приводит к расстройке контура, то приходится вновь подстраивать приемник в начале диапазона, причем настройку в начале и конце диапазона следует повторять 2—3 раза. Разумеется, что подстройку каждый раз производят при одних и тех же положениях подвижных пластин конденсаторов C_2 и C_6. Прием радиостанций как в начале, так и в конце диапазона должен происходить без искажений, а настройка должна быть достаточно острой, что определяется как качеством контура $L_5C_6C_7C_9$, так и величиной связи между катушками L_5 и L_6. Если настройка получается очень острой, а прием радиостанций производится с ослаблением высших звуковых частот, особенно в начале диапазона, то связь между катушками надо увеличить, уменьшив расстояние между катушками L_5 и L_6. При тупой настройке, особенно в конце диапазона, надо уменьшить связь между катушками, увеличив расстояние между ними. При этом необходимо помнить, что всякое изменение связи между катушками приводит к изменению настройки контура, что требует подстройки контура в начале и конце диапазона.

После настройки контура $L_5C_6C_7C_9$ и выбора связи между катушками L_5 и L_6 переходят к настройке каскада усиления высокой частоты. В исправном усилителе ток коллекторов транзисторов T_1 и T_2 должен быть равен 1—2 *ма*. Для измерения этого тока миллиамперметр включают между контактом *8* и нижним по схеме выводом сопротивления R_3. Если показания миллиамперметра много меньше, то надо уменьшить величину сопротивления R_1 или R_2. После подбора этих сопротивлений следует проверить напряжение на коллекторах транзисторов T_1 и T_2. Между общим проводом и коллектором транзистора T_1 (контактом *4*) должно быть 2,5—3 *в*, а напряжение между общим проводом и коллектором транзистора T_2 (контактом *7*) около 7 *в*.

Затем антенну отключают от контакта *7* и подключают к антенному гнезду приемника. Настройку контура $L_1C_2C_3$ производят также в начале и конце диапазона при приеме тех же радиостанций, что и при настройке детектора. Конденсаторы C_2 и C_6 устанавливают точно в положение, при котором производился прием радиостанции в начале диа-

пазона, и изменением емкости подстроечного конденсатора C_3 добиваются максимальной громкости приема.

Чтобы точнее установить момент настройки, регулятор громкости приемника устанавливают в положение, близкое к минимальной громкости. Добившись максимума громкости приема в начале диапазона, перестраивают приемник на радиостанцию в конце диапазона. Конденсаторы C_2 и C_6 устанавливают в положение, соответствующее на шкале приему (но не максимальной громкости) данной радиостанции, и изменением индуктивности катушки L_1 (с помощью сердечника) добиваются максимальной громкости приема. Связь между катушками L_1 и L_2 подбирается тем же способом, что и связь между катушками L_5 и L_6. При этом необходимо помнить, что чрезмерное увеличение связи не только ухудшает избирательность приемника, но и может привести к его самовозбуждению. Уменьшение величины связи повышает избирательность приемника, но одновременно уменьшает его чувствительность. Настройка приемника на диапазоне средних волн производится аналогичным способом.

Готовый приемник вставляется в футляр с наружными размерами 256×185×130 *мм*, изготовленный из фанеры или досок. Можно также использовать футляры от заводских приемников «Москвич» или «АРЗ». При этом следует просверлить новые отверстия под ручки управления приемником.

ВАРИАНТЫ ПРИЕМНИКА

Усилитель высокой частоты на одном транзисторе. Если от приемника не требуется высокой чувствительности, то его схему можно упростить, выполнив усилитель высокой частоты на одном транзисторе. Схема такого усилителя приведена на рис. 13.

Усилитель выполнен на транзисторе типа П14, включенном по схеме с общей базой. Такой усилитель обеспечивает меньшее усиление, чем усилитель с общим эмиттером, однако работает он более устойчиво и налаживание его проще.

Входной сигнал с контура $L_1C_2C_3$ (или $L_3C_2C_4$) через катушки связи L_2 (или L_4) поступает на эмиттер транзистора. База транзистора подключена к делителю R_1R_2, что обеспечивает необходимую величину отрицательного смещения. Цепь коллектора транзистора практически не отли-

чается от схемы усилителя высокой частоты на двух транзисторах.

Налаживание этого усилителя аналогично налаживанию усилителя на двух транзисторах. Необходимо лишь число витков катушек связи уменьшить на 20—25%.

При указанных на принципиальной схеме величинах сопротивлений ток коллектора транзистора должен составлять 0,5—1 *ма.*

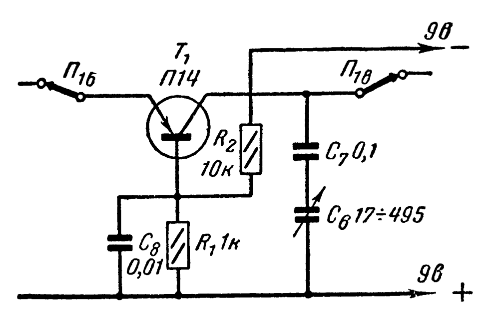


Рис. 13. Схема однокаскадного усилителя высокой частоты.

Однотактный усилитель низкой частоты. В том случае, когда приемник используется для озвучивания комнаты небольших размеров (8—10 $м^2$), а потребление тока не имеет большого значения, выходной каскад можно выполнить по однотактной схеме, которая приведена на рис. 14. Выходная мощность такого усилителя составляет 60 *мвт,* а потребляемый ток 30 *ма.*

В качестве $Тр_1$ можно применить переходной трансформатор от данного приемника, использовав половину вторичной обмотки. Выходной трансформатор выполнен на сердечнике из пластин Ш-14, толщина набора 16 *мм.* Обмотка *I* состоит из 900 витков провода ПЭЛ 0,25, а обмотка *II* (под громкоговоритель 1ГД-9) имеет 100 витков провода ПЭЛ 0,51. Вместо транзистора П14 в схеме могут быть применены транзисторы типа П13А или П13Б.

Усилитель низкой частоты без выходного трансформатора. Усилитель низкой частоты приемника можно значительно упростить, если применить схему, показанную на рис. 15. В этой схеме выходной трансформатор отсутствует и нагрузкой каскада служит звуковая катушка громкоговорителя сопротивлением 100 *ом.* Для этого у громкоговорителей 1ГД-9 надо перемотать звуковую катушку.

Звуковая катушка наматывается проводом ПЭЛ 0,07 в четыре слоя (60+59+58+57 витков). Для того чтобы точка, от которой делается отвод, была расположена на каркасе катушки со стороны диффузора, намотку катушки

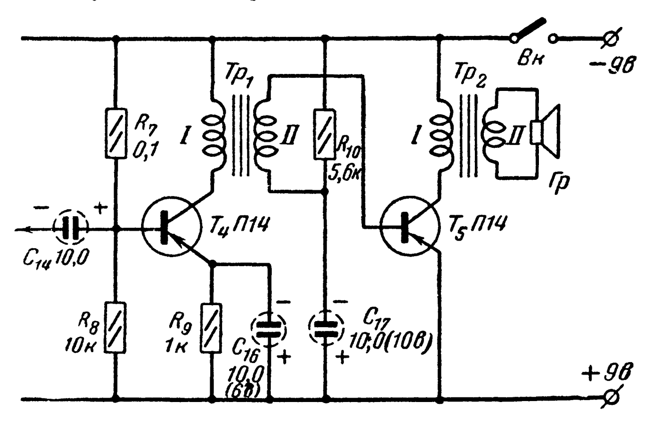


Рис. 14. Схема однотактного выходного каскада.

начинают от края каркаса, ближнего к диффузору. Если намотку начать с другого конца каркаса, то провод от средней точки будет мешать намотке последующих слоев.

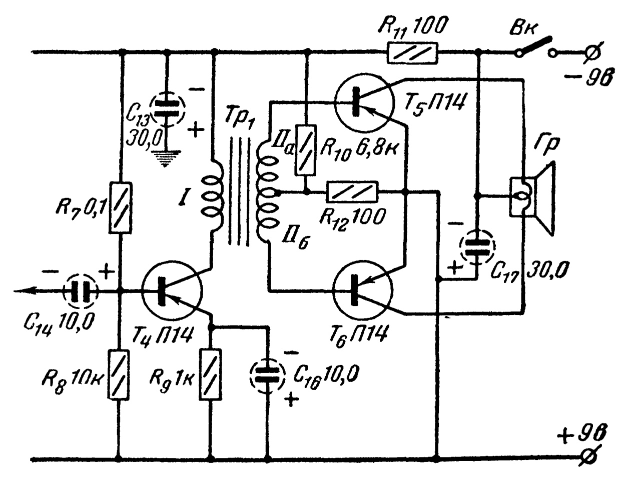


Рис. 15. Схема оконечного каскада усилителя низкой частоты без выходного трансформатора.

При указанном числе витков в слоях катушки последняя получается не совсем симметричной, однако асимметрия незначительна и практически не сказывается на качестве работы громкоговорителя.

ИСПЫТАНИЕ ТРАНЗИСТОРОВ

Перед установкой транзисторов необходимо убедиться в их исправности. Необходимость проверки параметров каждого транзистора вытекает из того, что выпускаемые промышленностью транзисторы по технологическим и другим причинам имеют разброс параметров в весьма значительных пределах. Так, например, для транзисторов типа П13Б завод-изготовитель гарантирует значение коэффициента усиления по току при включении в схеме с общей базой α не менее 0,92. Однако многие транзисторы могут иметь α, значительно выше указанной величины.

Насколько важно знать величину α, будет ясно из следующего примера. При включении транзистора с $\alpha=0{,}92$ в схему с общим эммитером при небольшом сопротивлении нагрузки коэффициент усиления каскада получается равным 11,5, а при $\alpha=0{,}99$, что вполне реально, коэффициент усиления того же каскада получается равным 99, т. е. в 9 раз больше.

Наиболее важными параметрами транзистора, которые достаточно хорошо позволяют судить о возможностях использования транзистора в радиолюбительских схемах, являются обратный ток коллектора $I_{к.о}$ и коэффициент усиления по постоянному току в схеме с общей базой α. В связи с тем, что точное измерение α простыми средствами довольно затруднительно, обычно производится измерение коэффициента усиления по постоянному току в схеме с общим эмиттером β. При этом α и β связаны между собой следующей зависимостью:

$$\alpha=\frac{\beta}{1+\beta}; \quad \beta=\frac{\alpha}{1-\alpha}.$$

Для испытания транзисторов можно воспользоваться прибором, описание которого приведено ниже. Для приблизительной оценки качества транзисторов можно применить обычный авометр — самодельный или фабричный.

Переключатель рода работ авометра устанавливается в положение Ω, а переключатель пределов измерений пере-

водится в положение, соответствующее максимальным значениям измеряемого сопротивления (положение 1 000 для авометров ТТ-1 и Ц-20). Щупы авометра подключают к эмиттеру и коллектору испытуемого транзистора, причем щуп с обозначением «Общий» необходимо подключать обязательно к эмиттеру; вывод базы остается свободным. Ни в коем случае нельзя изменять полярность подключения авометра, так как это может вывести транзистор из строя.

При таком включении производится измерение сопротивления коллекторного перехода, что позволяет судить о величине обратного тока коллектора, а также производится отбор транзисторов с пробитым коллекторным переходом. В исправных транзисторах показания авометра дол-

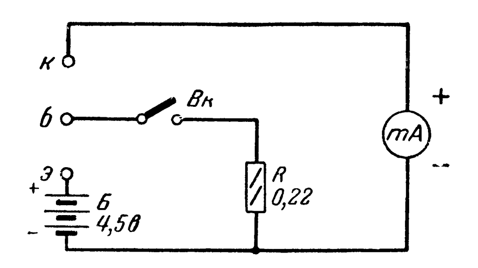


Рис. 16. Схема прибора для проверки транзисторов.

жны быть не менее 50 *ком*. Если авометр покажет нуль, то транзистор имеет короткое замыкание между коллектором и базой.

Чтобы судить об усилительных свойствах транзистора, между выводами коллектора и базы включают постоянное сопротивление величиной 100 *ком*. Транзистор можно считать исправным, если при подключении сопротивления авометр покажет сопротивление 5—10 *ком*. Чем меньше показания, тем больше усиление транзистора. При неисправном транзисторе показания авометра остаются прежними или изменяются незначительно.

Подобное испытание позволяет отобрать исправные транзисторы и определить транзисторы, создающие шумы. При включении этих транзисторов стрелка авометра не стоит на месте после подключения транзисторов, а самопроизвольно перемещается по шкале, как правило, в сторону меньших значений сопротивлений. Такой транзистор

может явиться причиной не только значительных шумов, но и нестабильной работы приемника.

Прибор для проверки транзисторов. Прибор позволяет производить измерение величины обратного тока коллектора $I_{к.о}$ при разомкнутой базе и коэффициент усиления β. Схема прибора приведена на рис. 16.

Измерение $I_{к.о}$. При разомкнутом выключателе *Вк* через миллиамперметр будет протекать только обратный ток коллектора. В хороших транзисторах величина его не должна превышать 0,1—0,15 *ма*. Транзисторы с большим током применять не следует, так как это может явиться причиной нестабильной работы приемника.

Измерение β. Для измерения β следует замкнуть выключатель *Вк*. При этом транзистор включается по схеме усилителя постоянного тока с общим эмиттером. В цепи базы от батареи *Б* протекает ток $I_б$, величина которого постоянна для всех транзисторов и зависит лишь от напряжения батареи и величины сопротивления *R*. При указанных на схеме величинах ток базы равен 20 *мка*.

Протекание тока в цепи база — эмиттер вызывает появление в цепи коллектора тока $I_к \approx I_б\beta$, где β — коэффициент усиления по току испытуемого транзистора.

Ток коллектора $I_к$ измеряется миллиамперметром. Тогда

$$\beta \approx \frac{I_к}{I_б}.$$

Поскольку ток базы постоянен, то показания миллиамперметра прямо пропорциональны величине β. Поэтому шкала миллиамперметра градуируется непосредственно в значениях β. Полному отклонению стрелки миллиамперметра (5 *ма*) соответствует β=250.

Коэффициент усиления β отдельных транзисторов колеблется от 10—20 до 200—300. Практически значения β не превышают 150—200, так что описанным прибором можно измерять все транзисторы.

Проверяемый транзистор подключается к трем зажимам (*к*, *б* и *э*), которые можно заменить тремя гибкими разноцветными проводами длиной 5—10 *см* с зажимами на конце.

Цена 75 коп.